

Produção de mudas de brócolis em função de concentrações de hidrogel nanocompósito com n-ureia e diferentes turnos de rega



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
219**

**Produção de mudas de brócolis em função de
concentrações de hidrogel nanocompósito com
n-ureia e diferentes turnos de rega**

*Raphael Augusto de Castro e Melo
Marçal Henrique Amici Jorge*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. T. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonade

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Francisco Vilela Resende

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Melo, Raphael Augusto de Castro e.

Produção de mudas de brócolis em função de concentrações de hidrogel nanocompósito com n-ureia e diferentes turnos de rega / Raphael Augusto de Castro e Melo ; Marçal Henrique Amici Jorge. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

1. Brassica oleracea var. italica. 2 Muda. I. Jorge, Marçal Henrique Amici.
II. Título. III. Embrapa Hortaliças. IV. Série

CDD 635.3

Sumário

Resumo 7

Abstract 8

Introdução..... 9

Material e Métodos 10

Resultados e Discussão 13

Conclusão..... 16

Referências 17

Produção de mudas de brócolis em função de concentrações de hidrogel nanocompósito com n-ureia e diferentes turnos de rega

*Raphael Augusto de Castro e Melo*¹

*Marçal Henrique Amici Jorge*²

Resumo – O uso de hidrogel nanocompósito, adicionado a substratos para produção de mudas de brócolis como condicionador, permite aumentar a capacidade de retenção de água e liberação gradativa de nutrientes essenciais. O objetivo do presente estudo foi avaliar efeito de concentrações de hidrogel nanocompósito com N-ureia e turnos de rega na produção de mudas de brócolis. O experimento foi conduzido em área de produção comercial de mudas, no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2 (seis concentrações de hidrogel X dois turnos de rega), com quatro repetições de 15 mudas cada. A produção de mudas no turno normal de rega é melhor do que a das produzidas em condições de restrição de água; Concentrações de hidrogel nanocompósito com N-ureia proporcionaram boas respostas de variáveis relacionadas à qualidade das mudas em condições de restrição de água. Esses tratamentos podem ser ajustados em estudos futuros e validações, com base nos resultados obtidos, para promover economia de água e melhor qualidade das mudas de brócolis.

Termos para indexação: *Brassica oleracea* var. *italica*, polímero retentor de água, viveiro comercial

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Broccoli seedlings production with dosages of a nanocomposite hydrogel with n-urea and different irrigation schedules

Abstract: The addition of nanocomposite hydrogels to substrates in the production of cabbage seedlings as a conditioner increases the water holding capacity and the gradual release of essential nutrients. The aim of the present study was to evaluate the effect of nanocomposite hydrogel concentrations with N-urea and irrigation shifts on the production of broccoli seedlings. The experiment was carried out in a commercial seedling production area, in a randomized block design, in a 6 x 2 factorial scheme (six hydrogel concentrations X two irrigation shifts), with four replications of 15 seedlings each. The production of seedlings in the normal irrigation shift is better than that produced in conditions of water restriction. Concentrations of nanocomposite hydrogel with N-urea provided good responses of variables related to seedling quality under water restricted conditions. These treatments can be adjusted in future studies and validations, based on the results obtained, to promote water savings and better quality of broccoli seedlings.

Index terms: *Brassica oleracea* var. *italica*, water retention polymer, commercial production.

Introdução

Os brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) são uma hortaliça cosmopolita cuja área cultivada no Brasil supera 15 mil ha, com uma produção acima de 290 mil toneladas. São Paulo, Minas Gerais e Paraná são os principais estados produtores, havendo também produção relevante em diversas municipalidades no Sudeste e Sul (Melo et al, 2019a). Atualmente, o mercado nacional de brócolis movimentava cerca de R\$ 1,2 bilhão apenas no varejo, segundo dados da Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2014). A excelente aceitação dessa hortaliça pode ser vista no aumento de sua oferta em supermercados (produtos frescos, congelados ou minimamente processados) e nos cardápios de restaurantes em geral. É um alimento que atende às necessidades do estilo de vida moderno, que combina praticidade, sabor e saúde, com um consumo per capita estimado em 1,04 kg por ano (Paixão..., 2017). Para sua produção na região do Distrito Federal, as mudas representam cerca de 15% do total do custo de produção (Emater-DF, 2019). Para a obtenção de plantas produtivas em campo, a produção de mudas de qualidade está diretamente relacionada ao êxito da produção olerícola (Nascimento et al., 2016). Portanto, a utilização de substratos com características adequadas e que resultem em eficiência no manejo de água e da nutrição durante a produção de mudas é fundamental (Gruda et al., 2013). Uma técnica que vem sendo utilizada com esse objetivo é a adição de hidrogéis ao substrato, que funcionam como condicionadores hídricos, aumentando a capacidade de retenção de água e propiciando melhor qualidade de plântulas (Melo et al., 2019b). Esses polímeros, que podem ser naturais ou sintéticos, são capazes de absorver grandes quantidades de água em sua estrutura tridimensional, sem se dissolverem completamente (Sabadini, 2015). Em bandejas para mudas preenchidas com diferentes substratos, a lixiviação de nutrientes provocada pelo excesso de água resultante do processo de irrigação, muitas vezes realizado de forma empírica ou em excesso, é uma das razões pelas quais complementações pela fertirrigação são realizadas de forma frequente (Lima et al., 2012). A utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada de nutrientes se mostra como uma alternativa para aumento da eficiência dessas aplicações, pois também são chamados “fertilizantes inteligentes”, por serem materiais preparados para liberar seu conteúdo de nutrientes gradualmente, coincidindo, se possível, com

os requisitos nutricionais das plantas ao longo do seu ciclo (Hanafi et al., 2000). Entre os nutrientes passíveis de incorporação aos hidrogéis, têm-se o nitrogênio (N), cujas perdas são dadas majoritariamente pela natureza das matérias primas de substratos e pelo manejo de água, justificando o interesse em desenvolver alternativas para melhorar sua disponibilização de maneira controlada. Bortolin et al. (2013) e Bortolin (2014) sintetizaram uma nova série de hidrogéis compostos por poliacrilamida, metilcelulose e argila tipo montmorilonita, nos quais a presença do argilomineral, além de melhorar algumas propriedades dos materiais, reduz custos, permitem uma liberação eficiente e mais controlada de N da ureia em relação ao hidrogel puro, quase 200 vezes mais lenta que a ureia pura. Esse hidrogel inovador tem demonstrado resultados positivos em diversas mudas de solanáceas (Jorge et al., 2019, Melo et al., 2018, 2019 b, 2019 c) e para brássicas, tais como os brócolis, há a necessidade da definição de dosagens, além de validações em ambientes relevantes, como em viveiros comerciais, com vistas à formulação e recomendação de um produto comercial. Na produção de mudas, diversas espécies estão sendo avaliadas quanto a turnos de rega e a utilização de hidrogel, e os resultados apontam para uma melhor manutenção da umidade de substratos quando associada à presença do hidrogel, mesmo em frequências menores de irrigação (turnos de regas maiores), resultando em desenvolvimento e qualidade superiores das mudas (Santos et al., 2015; Araújo et al., 2019; Silva et al., 2019). Para os brócolis, até o presente momento, não foram encontrados resultados na literatura tratando da utilização de polímeros do tipo hidrogel para produção de mudas.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar efeito do uso de hidrogel nanocompósito com N-ureia e turnos de rega na produção de mudas de brócolis.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no período de maio a julho de 2020, em ambiente comercial de produção – Viveiro de mudas Brazplant, Brazlândia, DF, com altitude de 1.117 m, longitude de 48°17'91" e latitude de 15°64'51". O clima da região foi caracterizado como clima tropical úmido, segundo a classificação de Köppen Aw. Com temperatura média anual de 21,1 °C. O

trabalho foi conduzido em uma estufa agrícola coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente, de 150 micras de espessura plástica e fechada lateralmente com tela antiafídeo, com estrutura de arco galvanizado possuindo as dimensões de 100,00 m de comprimento, 45,0 m de largura e com pé direito de 4,00 m.

Foi utilizada a cultivar Master, da empresa Tecnoseed. As mudas foram produzidas em bandejas de plástico preto flexível de 200 células (10 mL cada), tendo cada célula o formato de cone invertido, com orifício de dreno na parte inferior. As bandejas foram preenchidas com uma formulação específica de substrato à base de casca de pinus e fibra de coco (Bioplant®). A quantidade adicionada de hidrogel (HG) foi de 0,045 g por célula. As concentrações de HG utilizadas foram: 1 – substrato sem HG; 2 – substrato com HG puro (sem ureia); 3 – substrato com HG com concentração de 10% de ureia no polímero; 4 – substrato com HG com concentração de 20% de ureia no polímero; 5 – substrato com HG com concentração de 30% de ureia no polímero; e 6 – substrato com HG com concentração de 40% de ureia no polímero. Para se alcançar as concentrações de ureia, utilizou-se HG com alta concentração (ao redor de 50% do conteúdo composto só pela ureia) misturado a várias quantidades de hidrogel puro para reduzir a quantidade de ureia e atingir as concentrações dos tratamentos mencionados. Na preparação dos substratos, o hidrogel foi misturado em sua forma seca, com agitação vigorosa do substrato, que foi previamente seco em estufa para atingir umidade ideal para homogeneização. Na sequência, as bandejas foram preenchidas com o substrato e umedecidas para posterior semeadura. Foi realizado o monitoramento (massa, em gramas) da absorção/liberação de água pelo substrato na preparação (umedecimento) das bandejas e durante a condução dos experimentos. As bandejas permaneceram em câmara de crescimento por dois dias antes de serem levadas para as bancadas. As regas foram realizadas diariamente por sistema de barra automática, com a definição de duas frequências de regas, conforme a Tabela 1. O turno denominado normal (T1) é o adotado pelo viveiro para produção de mudas de brócolis e o denominado reduzido (T2) foi o utilizado para mudas de outras espécies que requereram menor frequência de rega (ex: cucurbitáceas) ou de brócolis em estágio final de produção, a poucos dias de serem despachadas para comercialização.

Tabela 1. Turnos de rega utilizados pelo viveiro para produção de mudas de brócolis.

Turnos de rega			
Normal (T1)		Reduzido (T2)	
Número de regas	Velocidade da barra (% no período)	Número de regas	Velocidade da barra (% no período)
0 a 3 diárias (38 regas no período)	81% na velocidade 50 + 11% na velocidade 40 + 8% na velocidade 60	0 a 2 diárias (21 regas no período)	52% na velocidade 50 + 33% na velocidade 60 + 15% na velocidade 40

* Velocidade 40 - vazão de 1 bico da barra de irrigação igual a 324 mL/m; velocidade 50 - vazão de 1 bico da barra de irrigação igual a 262 mL/m; velocidade 60 - vazão de 1 bico na barra de irrigação igual a 224 mL/m.

Foram retiradas amostras de substratos das bandejas para análise de pH e condutividade elétrica. Aos 30 dias após a semeadura (DAS), foram realizadas as seguintes avaliações: diâmetro do caule (em mm, com paquímetro digital, no colo, a 0,5 cm acima da superfície do substrato), comprimento da parte aérea (em cm, com régua graduada, da superfície do substrato até a ponta do caule), número de folhas e massas de matéria fresca e seca (secagem em estufa de circulação de ar até massa constante) de parte aérea e de raízes (em gramas, com balança digital de 3 dígitos). Foram coletadas as temperaturas e umidades mínimas, máximas e médias, durante todo o período de experimentação, conforme a Figura 1. Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2 (seis concentrações de hidrogel X duas frequências de rega), com quatro repetições de 15 mudas cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SPEEDSTAT e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

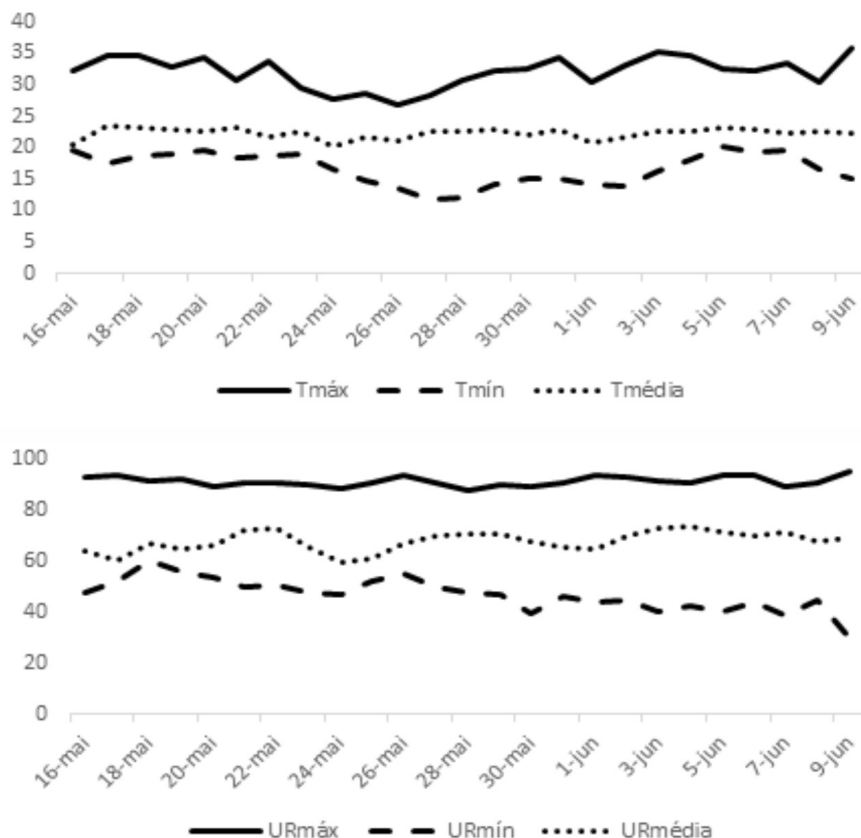


Figura 1. Temperaturas e umidades relativas médias, máximas e mínimas – Maio e Junho de 2020.

Resultados e Discussão

Com relação às variáveis relacionadas às características individuais das plântulas, observou-se resposta das concentrações de HG para comprimento da parte aérea e massas fresca e seca de parte aérea das plântulas (Tabela 2). Referente aos turnos de rega, o turno normal promoveu melhores resultados para substratos com hidrogel na formulação (com e sem ureia) para o comprimento da parte aérea das plântulas, em comparação com o controle sem hidrogel na formulação. O turno reduzido proveu melhores respostas para a massa fresca da parte aérea das plântulas (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CP) e massas frescas (PFPA) e seca (PSPA) de parte aérea (PSPA) e raízes (PSR) de mudas de brócolis produzidas em função de substratos contendo hidrogel nanocompósito e turnos de rega normal (T1) e reduzido (T2).

Turno de rega	Concentrações	DC	média	NF	média	CP	média	PFPA	média	PSPA	média	PFR	média	PSR	média
T1	1	1,68 a		3,7 a		9,4 b		0,847 a		0,092 a		0,700 a		0,047 a	
	2	1,65 a		3,2 a		10,4 a		0,876 a		0,130 a		0,631 a		0,055 a	
	3	1,58 a		3,5 a		10,5 a		1,001 a		0,133 a		0,620 a		0,052 a	
	4	1,60 a	1,68 A	3,7 a	3,7 A	11,1 a	10,5 A	1,056 a	0,997 A	0,129 a	0,124 A	0,479 a	0,563 A	0,052 a	0,051 A
	5	1,70 a		3,7 a		10,3 a		1,083 a		0,143 a		0,499 a		0,051 a	
	6	1,87 a		4,0 a		11,2 a		1,120 a		0,119 a		0,447 a		0,050 a	
T2	1	1,35 a		3,0 a		10,7 a		0,647 b		0,115 b		0,568 a		0,066 a	
	2	1,56 a		3,0 a		9,6 a		0,530 b		0,097 b		0,518 a		0,051 a	
	3	1,49 a		3,2 a		11,2 a		0,738 a		0,138 a		0,632 a		0,048 a	
	4	1,60 a	1,55 B	3,0 a	3,0 B	10,2 a	10,9 A	0,847 a	0,746 B	0,141 a	0,126 A	0,639 a	0,545 A	0,059 a	0,056 A
	5	1,56 a		3,0 a		11,9 a		0,857 a		0,141 a		0,527 a		0,061 a	
	6	1,73 a		3,0 a		11,7 a		0,830 a		0,125 a		0,388 a		0,052 a	
CV (%)		8,96		12,85		5,24		18,03		23,86		32,41		26,62	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula (referente as variáveis mensuradas) e maiúscula (referente à média dos turnos de rega) nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na análise conjunta, a interação entre as concentrações de HG com N-ureia e turnos de rega proveu respostas significativas somente para comprimento da parte aérea. Adicionalmente, para o diâmetro do caule, o número de folhas e a massa fresca da parte aérea das plântulas, houve diferenças apenas entre os turnos de rega (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre tratamentos contendo hidrogel nanocompósito (HG) com diferentes concentrações de N-ureia e turnos de rega para comprimento da parte aérea (CP) de mudas de brócolis.

HG (concentrações)	Turno de rega	CP
1	T1	9,4 b
	T2	10,7 a
2	T1	10,4 a
	T2	9,6 b
3	T1	10,5 a
	T2	11,2 a
4	T1	11,1 a
	T2	10,2 b
5	T1	10,3 b
	T2	11,9 a
6	T1	11,2 a
	T2	11,7 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O melhor desenvolvimento do comprimento e das massas fresca e seca de parte aérea das plântulas está relacionado com a pronta disponibilidade de N, um dos principais elementos responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento de plantas superiores (Marschner, 1995). A absorção de NH_4 na solução do substrato pelas mudas de brócolis ocorreu de maneira gradativa pela presença do polímero, que proveu boas respostas em diferentes concentrações dentro dos turnos de rega. No entanto, mudas maiores em altura e biomassa devem ser observadas, pois a depender da demanda dos viveiros nas diferentes regiões, que é bastante variável, o atendimento do padrão requerido pelos agricultores dependerá do tempo para sua formação

e manejo (Jorge et al., 2019). Pela plasticidade de *B. oleracea* em relação ao equilíbrio de suas partes aérea e radicular, onde também há influência de variações ambientais, dosagens de nitrogênio e os níveis de umidade no substrato podem ser ajustados (Takahashi et al., 2017). Dessa forma, a utilização dos dados do presente estudo permitirá estabelecer práticas de manejo adequadas de irrigação e fertilização com nitrogênio (N-ureia) do HG para mudas dessa espécie, de acordo com o padrão do viveiro e exigências do mercado.

Conclusão

Mudas de brócolis produzidas sob o turno normal de rega são superiores em relação às produzidas sob condições de restrição de água;

Concentrações do hidrogel nanocompósito com N-ureia proporcionaram boas respostas de variáveis relacionadas à qualidade das mudas em condições de restrição de água;

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF pelo fomento a este estudo por meio do apoio financeiro ao Projeto Nº 706/2019 - EDITAL Nº 03/2018 – Pesquisa Científica, Tecnológica e Inovação - Demanda Espontânea (Processo SEI nº 00193-00000211/2019-12)

Referências

- ABCSEM. 2014. Apresentação completa dos dados da cadeia produtiva de hortaliças. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf>. Acesso em: jun. de 2014.
- ARAÚJO, W. F.; OLIVEIRA, G. A.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; MENDES, P. S.; PAULICHI, M. G.; NASCIMENTO, V. B. **Turnos de rega e hidrogel na produção de mudas de pinheira**. 2019. Disponível em: <<http://icolibri.com.br/2019/public/anais/TC2650246.pdf>>. Acesso em: 19 out. de 2020.
- BORTOLIN, A. **Desenvolvimento de nanocompósitos baseados em hidrogéis aplicados à liberação de nutrientes agrícolas**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2014. 75 p.
- BORTOLIN, A.; AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H.; RIBEIRO, C. Nanocomposite PAAm/methyl cellulose/montmorillonite hydrogel: evidence of synergistic effects for the slow release of fertilizers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 31, p.7431-7439, 2013.
- EMATER-DF. 2019. Custos de produção. Disponível em: <<http://emater.df.gov.br/custos-de-producao/>>. Acesso em: 07 ago. de 2020.
- GRUDA, N., QARYOUTI, M. M.; LEONARDI, C. Growing Media. In: **Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops** – principles for mediterranean climate areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Plant Production and Protection Paper 217, Rome, Italy, 2013. p. 271-302.
- HANAFI, M.M.; ELTAIB, S. M.; AHMAD, M. B. Physical and chemical characteristics of controlled release compound fertilizer. **European Polymer Journal**, v. 36, n.10, p. 2081-2088, 2000.
- JORGE, M.H.A., MELO, R.A.C., SILVA, J., BUTRUILLE, N.M.S., OLIVEIRA, C.R., BORGES, S.R.S. **Uso de hidrogel nanocompósito na produção de mudas de tomate e pimentão**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2019. 24 p. (Circular Técnica, 167).
- LIMA, G. G. S., NASCIMENTO, A. R.; AZARA, N. A. Produção de mudas. In: CLEMENTE, F. M. V. T., BOITEUX, L. S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa. 2012. p.79-101.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Second ed. Academic Press, San Diego, 1995. 899 p.
- MELO, R. A. de C. e; JORGE, M. H. A.; BORTOLIN, A.; BOITEUX, L. S.; RIBEIRO, C.; MARCONCINI, J. M. Growth of tomato seedlings in substrates containing a nanocomposite hydrogel with calcium montmorillonite (NC-MMt). **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 199-203, 2019a.

MELO, R. A. de C. e; JORGE, M. H. A.; BOTREL, N.; BOITEUX, L. S. Effect of a novel hydrogel amendment and seedling plugs volume on the quality of ornamental/miniature tomato. **Advances in Horticultural Science**, v. 32, n. 4, p. 535-540, 2018.

MELO, R. A. de C. e; BUTRUILLE, N-M dos S.; JORGE, M. H. A.; NAVAS CAJAMARCA, S. M. Utilización de hidrogel nanocompuesto con N-urea en sustrato para producción de plántulas de pimentón. **Bioagro**, v. 31, n. 3, p. 167-176, 2019b.

MELO, R. A. de. C.; VENDRAME, L. P. C.; MADEIRA, N. R.; BLIND, A. D.; VILELA, N. J. Characterization of the Brazilian vegetable brassicas production chain. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 366-372, 2019c.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P.; CANTLIFFE, D. J. Qualidade das sementes e estabelecimento das plantas. In: NASCIMENTO, W. M., PEREIRA, R. B (Ed.). **Produção de mudas de hortaliças**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p.57 – 86.

PAIXÃO POR BRÓCOLIS BY SAKATA. 2017. Dados de mercado e consumo. Disponível em: <<http://paixaoporbrocolis.com.br/dados-de-mercado-e-consumo/>>. Acesso em: jan. de 2018.

SABADINI, R. C. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Carlos. 2015. 150 p.

SANTOS, H. T. DOS; CARVALHO, D. F. DE; SOUZA, C. F. E MEDICI, L. O.. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Engenharia Agrícola**. v.35, n.5, p.852-862, 2015.

SILVA, W. R. DA, S.; LEANDRO C., P.; DÉBORA R. M.; OLIVEIRA, H. F. E. DE, P.; ALEXANDRE, I. DE A.; CANTUÁRIO, F.S. Irrigation levels and use of hydro retainer polymer in greenhouse lettuce production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n.6, p. 406-412, 2019.

TAKAHASHI, M.; YANAI, Y.; SASAKI, H. Effect of moisture, nitrogen and phosphate on initial growth and shoot:root ratio of cabbages following transplantation. **Japanese Agricultural Research Quarterly**, v. 51, n.3,p. 271-277, 2017.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL